DE

# L'OSMOSE PULMONAIRE

OU

## RECHERCHES SUR L'ABSORPTION ET L'EXHALATION

DES

## ORGANES DE LA RESPIRATION,

**Par le Dr Louis MANDL.**

**Extrait des Archives générales de Médecine,**
numéros de juillet et août 1860.

PARIS.

RIGNOUX, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
rue Monsieur-le-Prince, 31.

1860

DE

# L'OSMOSE PULMONAIRE

OU

## RECHERCHES SUR L'ABSORPTION ET L'EXHALATION

DES

## ORGANES DE LA RESPIRATION.

Dans mes recherches sur la structure intime des tubercules (*Archives générales de médecine,* 1855), je suis arrivé à considérer ces productions morbides comme étant privées de toute organisation et composées uniquement par une substance amorphe, solide, qui résulte de la coagulation d'une matière précédemment dissoute dans le sang, puis exsudée. J'ai comparé ces éléments amorphes avec d'autres analogues, produits dans diverses maladies, et je crois avoir démontré que l'histologie pathologique ne fournit pas des caractères différentiels suffisamment caractéristiques.

J'ai continué ces études en examinant les causes diverses qui produisent une exsudation tuberculeuse, et je crois, à la suite de recherches nombreuses que nous publierons prochainement, être arrivé à ce résultat important pour la thérapeutique, que le tubercule doit son existence tantôt à une cause générale, à la diathèse, tantôt à une cause purement accidentelle, locale. C'est dans le courant de ces études que j'ai été frappé de la coïncidence si fréquente de la tuberculisation avec le diabète. Je me suis demandé quelle pouvait être l'influence du glucose répandu dans tout l'organisme, pénétrant tous les tissus, sur la production des tubercules. Cette question est devenue le point de départ d'une série de recherches dont nous publions aujourd'hui les premiers résultats.

Pour aborder la solution de ce problème, j'ai cru devoir étudier d'abord l'action directe de solutions sucrées sur les organes de la respiration, en faisant séjourner des animaux aquatiques dans ces solutions. Au bout d'un certain temps, nous les avons vus périr

constamment. Cet effet doit-il être attribué à l'absence de l'air, à la viscosité du liquide, à l'action chimique du sucre, ou à une autre cause purement physique? Ces diverses suppositions ont été examinées, soumises à l'épreuve de l'expérimentation; la quantité de l'air des solutions fut déterminée, des liquides plus ou moins visqueux expérimentés, puis l'action chimique des sucres sur le sang étudiée, puis enfin leur action purement physique sur la circulation. L'arrêt de la circulation déterminé par les solutions sucrées faisait comprendre la mort des animaux, et a trouvé son explication dans les phénomènes osmotiques. Ce dernier fait nous a conduit à une autre série de recherches relatives aux éléments du sang, qui peuvent, par l'exosmose, passer à travers les parois des capillaires, et se répandre dans le milieu ambiant. Les résultats de ces expériences trouvent leur application dans la physiologie et dans la pathologie, ainsi que nous le verrons dans les derniers chapitres de ce mémoire.

Telles sont les questions diverses que nous allons successivement examiner et discuter. Les expériences, par lesquelles nous prouvons la possibilité de l'exsudation des matières plastiques dans les vésicules pulmonaires, nous serviront de point de départ pour les recherches ultérieures sur la production artificielle des tubercules, et nous aideront à résoudre la question si importante et si ardue de l'étiologie tuberculeuse.

## CHAPITRE PREMIER.

### DE L'ACTION DES SOLUTIONS SUCRÉES SUR LES ANIMAUX AQUATIQUES.

#### § I. — *Des sucres.*

On comprend sous le nom de *sucres* des corps solides ou liquides, doués d'une saveur douce, solubles dans l'eau et dans l'alcool, qui éprouvent la fermentation spiritueuse lorsqu'on les soumet à une température de 15 à 25 degrés centigrades, mêlés à une certaine quantité d'eau et de ferment, et qui donnent alors de l'alcool et de l'acide carbonique. La saveur douce ne suffit donc pas pour établir qu'une substance est du sucre; ainsi la glycérine, la glycyrrhizine, la mannite, etc., ne sont pas considérées comme

des sucres, quoiqu'elles aient une saveur douce, parce qu'elles ne sont pas susceptibles d'éprouver la fermentation alcoolique.

Cependant, dans nos expériences, nous n'avons pas cru devoir nous en tenir uniquement à l'examen des véritables sucres; la saveur sucrée, qui établit une propriété commune aux substances sucrées fermentescibles et à d'autres qui ne fermentent point, nous a paru un caractère important sous le point de vue physiologique. C'est une réaction particulière sur les nerfs de la langue, et qui doit par conséquent être prise en considération dans des expériences physiologiques. Du reste, toutes ces substances à saveur sucrée sont composées uniquement d'oxygène, d'hydrogène et de carbone, et plusieurs d'entre elles peuvent, à la longue, donner lieu à la fermentation alcoolique, après avoir été transformées en glucose.

Nous avons choisi comme représentants de ces diverses substances: 1° le sucre de canne ou de betterave cristallisable, 2° le glucose, 3° le sucre de lait, 4° la glycérine, 5° la mannite.

Tous les animaux aquatiques périssent plus ou moins promptement dans les solutions de ces substances. La célérité avec laquelle survient la mort dépend du titre de la solution et de la qualité du sucre employé; mais la perméabilité des tissus et la qualité du liquide renfermé dans l'organisme ou dans les capillaires sont autant de facteurs importants dont l'expérimentateur doit tenir compte, mais qu'il ne peut pas varier à sa volonté, comme le titre et la qualité de la solution.

Nous allons maintenant exposer ces expériences, dont chacune représente une série d'observations faites sur une classe particulière d'animaux aquatiques.

## § II. — *Expériences sur les animaux.*

### Expérience I^re^. — *Infusoires.*

En plaçant des infusoires dans des solutions de substances à saveur sucrée, on les voit subir diverses altérations et puis périr plus au moins promptement (1). Mais, avant de parler du moment précis de la mort,

(1) L'influence délétère du sucre sur les infusoires est connue depuis longtemps; on la trouve déjà mentionnée chez Leeuwenhoëk, chez King (*Philos. transact.*, t. XVII, n° 203, p. 861; 1693). L'auteur anonyme d'un ouvrage sur

avant d'entrer dans quelques détails sur quelques altérations subies, disons un mot du mode d'observation.

a. *Mode d'observation.* Dans nos premières expériences nous avons plongé des pareelles de plantes aquatiques, chargées d'infusoires, dans un vase, rempli avec une solution sucrée, pendant un temps déterminé, puis, raclant des parcelles sur le verre du porte-objet, nous avons examiné les animaleules. Mais cette manière d'opérer présente plusieurs inconvénients : on n'a pas sous les yeux les infusoires et on ne peut par conséquent étudier les changements successifs qu'ils éprouvent ; les animalcules morts et contractés sont difficiles à reconnaître ou se détachent de la plante et tombent dans la solution; enfin le mélange de la solution avec l'eau adhérente à la plante ne se fait que lentement, et les données sur la promptitude de l'action de ces solutions ne sont pas par conséquent exactes.

Nous avons donc préféré le mélange direct et immédiat d'une goutte d'eau chargée d'infusoires avec une goutte de la solution sucrée. Le degré de concentration de la solution se trouve diminué à peu près de la moitié, si les deux gouttes ont un volume à peu près égal. Ce mélange peut être examiné, tel quel, avec de faibles grossissements, pour constater la durée de la vie des animalcules, ou bien avec des grossissements de 300 à 400 diamètres, et, dans ce cas, couvert d'une lame mince, pour étudier les altérations produites. Dans le premier cas, si l'expérience se prolonge, l'évaporation devient sensible, et il est nécessaire, de temps en temps, d'ajouter une goutte d'eau pour empêcher la dessiccation des infusoires. Lorsqu'on veut étudier les altérations subies par les animalcules, il est avantageux de placer préalablement la goutte chargée d'infusoires entre les deux verres, puis de laisser infiltrer par capillarité la solution sucrée : on peut ainsi, à l'endroit où se fait le mélange, étudier sous le microscope les effets produits dans les animalcules, degré par degré, et suivre toutes les phases. Tandis qu'ici les animalcules sont déjà morts, ailleurs ils n'ont éprouvé encore aucune altération ; sur d'autres points, enfin, on le voit pénétrer dans la solution sucrée et subir les changements dont nous allons nous occuper tout à l'heure.

Lorsqu'on étudie les infusoires conservés entre deux lames de verre et que l'expérience se prolonge, il est impossible d'avoir des données certaines sur la durée de l'existence, car nous avons vu des infusoires, placés entre deux lames de verre, périr au bout de deux ou trois heures, lorsque même le véhicule n'était que de l'eau pure.

---

les infusoires, publié en 1753, rapporte que les vorticelles (*carchesium*) se détachent promptement, dans l'eau sucrée, de leurs pédicules. Ehrenberg (*Die Infusions thierchen*, p. 279; Leipzik, 1838) n'est pas arrivé au même résultat ; il a vu seulement les vorticelles se contracter. Ces diverses observations, faites avec le sucre de canne, n'indiquent pas le titre de la solution.

Les sucres employés sont ceux mentionnés précédemment. Le miel, le jus de réglisse (glycyrrhine) et le jus des prunes (sucre des fruits acides), ont donné des résultats analogues.

b. *Durée de la vie.* La rapidité avec laquelle survient la mort dépend, d'une part, du titre de la solution et de la qualité du sucre; d'autre part, de la perméabilité des enveloppes, en rapport avec l'organisation plus ou moins parfaite de l'individu. Ainsi les grands colpodés résistent plus longtemps que les petits ; les rotatoires davantage que les vorticelles, etc. Aussi le tableau ci-joint, relatif aux expériences faites sur des trachéliens (Ehrenberg, *bursaria, loxodos, glaucum*) et des colpodés, de 0,05 à 0,1 millim., indique-t-il seulement la moyenne d'un nombre considérable d'expériences ; le temps absolu ne pouvant pas être déterminé rigoureusement. Le nombre des minutes indique le terme de la vie de l'infusoire dans une solution faite avec le nombre de grammes d'eau, indiqué dans la première colonne, et avec 1 gramme de la substance à saveur sucrée, inscrite en tête d'une des colonnes suivantes :

| EAU. | SUCRE de canne. | GLUCOSE. | SUCRE de lait. | GLYCÉRINE. | MANNITE. |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | Mort instant. | Instantanée. | 3-5 minutes. | Instantanée. | Instantanée. |
| 12,5 | 4-5 minutes. | 5-6 minutes. | 45-50 minut. | 2-3 minutes. | 2-4 minutes. |
| 25 | 15-18 minut. | 20-25 minut. | 2 heures. | 4-5 minutes. | 6-8 minutes. |
| 50 | 2 h. à 2 h. ½. | 2 h. à 2 h. ½. | 4 h. et plus. | 6-10 minutes. | 15-20 minut. |

Dans ces observations, j'ai été souvent frappé de la persistance des mouvements des vibrions de la plus petite espèce (*Monas crepusculum, Monas punctum, — Bacterium termo,* Duj.), dans les solutions les plus concentrées (1 sur 5) que nous ayons employées et qui tuent tous les autres infusoires. Les vibrions d'une espèce plus développée, ceux qui, en nageant, prennent la forme serpentine, périssent au contraire aussi rapidement que d'autres animalcules. Il s'agissait donc de savoir si les plus petits vibrions résistaient complétement à l'action des solutions sucrées ou seulement s'ils étaient moins susceptibles que d'autres infusoires. Voici les expériences faites à ce sujet.

1 gramme de glucose fut dissous dans 10 grammes d'eau remplie de vibrions en énorme quantité ; au bout de vingt-quatre heures, j'ai vu encore les plus petits (*bacterium termo*) se remuer très-vivement, tandis que les grands (*vibrio lineola, rugula,* etc.) étaient morts : les mouvements, bien distincts du mouvement brownien, étaient aussi vifs, aussi prononcés que dans l'eau pure. 6 grammes de cette solution remplie de vibrions furent ensuite mêlés à 2 grammes de glycérine pure. Au bout

d'une heure et demie, tous les vibrions étaient immobiles, même les plus petits. Enfin, ayant mélangé directement une goutte d'eau remplie de vibrions avec une goutte de glycérine, j'ai vu cesser instantanément tout mouvement. Il en résulte donc que les plus petits vibrions sont moins sensibles que d'autres animalcules, mais qu'ils n'échappent point à l'action des substances sucrées.

c. *Degré d'activité des divers sucres.* En examinant le tableau précédent, nous voyons que les substances à saveur sucrée qui ne sont pas capables d'éprouver la fermentation alcoolique, à savoir : la glycérine et la mannite, ont une action bien plus rapide que les véritables sucres, et que le sucre de lait est de tous le plus lent à agir. Nous voyons en outre toute l'influence du titre de la solution sur la rapidité de l'action.

d. *Altération des animalcules.* Avant de périr, les infusoires subissent diverses altérations dans leurs mouvements et dans leur organisation, altérations qui se manifestent d'autant plus vite que la mort survient plus promptement. Les mouvements propres à chaque infusoire deviennent d'abord plus rapides ; les uns sautillent, les autres tournoient avec célérité autour de leur axe ; d'autres s'élancent et se rétractent alternativement sur leur pédicule fixé, etc. Il paraît qu'ils voudraient échapper à un danger imminent. Plus tard ces mouvements se ralentissent, ils diminuent de vivacité pour cesser complétement avec la vie.

En même temps, les animalcules subissent diverses altérations dans leur organisation, à savoir : d'abord une contraction manifeste, puis plus tard une dilatation et même une dissolution complète. Ce sont des effets de l'exosmose et de l'endosmose (chap. 3, § 3).

Le mouvement vibratile que l'on observe à la surface de certains infusoires continue lorsque l'animalcule a déjà cessé ses mouvements et ne s'arrête que quelques instants plus tard, puis les cils se décomposent. On obtient des résultats analogues en soumettant à l'observation microscopique le morceau détaché d'une muqueuse pourvue de cils et plongée dans une solution sucrée (1).

Expérience II. — *Spermatozoaires.*

On sait que les zoospermes des mammifères et particulièrement ceux de l'homme sont tués par l'eau ; les résultats obtenus avec les solutions sucrées s'obtiennent donc par la double influence du sucre et de l'eau (2).

---

(1) On lit dans l'ouvrage de Purkinje et Valentin (*de Phænom. motus vibratorii*, p. 75 ; Breslau, 1835, et *Nov. acta L. C. N. Cur.*, t. XVIII) qu'une solution concentrée de sucre arrête instantanément le mouvement vibratile, qu'au dixième le mouvement cesse au bout de quatre minutes ; au centième, au bout de cinq minutes, et qu'au millième la solution n'a plus aucune influence sur le mouvement vibratile.

(2) Les auteurs ne sont pas d'accord sur l'action du sucre. Ainsi Wagner

Dans une solution de glucose au cinquième, la plupart des zoospermes de l'homme périssaient au bout de cinq minutes; ils conservaient leurs mouvements, pendant une heure et demie et au delà, dans la solution au cinquantième, lorsque le volume de la solution égalait celui du sperme, tandis qu'ils mouraient presque instantanément dans un mélange fait avec le volume double ou triple de la solution. La mort instantanée dépend alors probablement de la quantité plus considérable d'eau. Cependant la mort survient promptement dans la solution concentrée; il y a donc effet combiné du sucre et de l'eau. Or, sous le point de vue médical, il serait curieux de connaître l'influence absolue du glucose. Dans le diabète, en effet, le glucose existe dans presque tous les liquides: on a constaté sa présence dans l'urine, le sang, la sueur, l'expectoration, etc. Il est donc probable que le sperme en est également imprégné. Remarquons que chez ces malades les désirs vénériens sont éteints; « on a même prétendu que la spermatisation ne se faisait plus » (Grisolle, *Pathologie interne*, t. II, p. 770; Paris, 1850). Il est vrai, on suppose que cela n'a guère lieu qu'à la dernière période, et alors les malades pourraient se trouver, par l'épuisement des forces, dans des conditions analogues à celles d'autres affections chroniques, où l'on dit également avoir observé l'absence des spermatozoaires. Cependant M. Bouchardat, qui a eu occasion de voir un grand nombre de diabétiques, nous a dit que, dès l'invasion de la maladie, la paternité lui paraît chose à peu près impossible. Il s'agissait donc pour nous de savoir si le glucose seul, indépendamment de l'eau, tuait les zoospermes et empêcherait par conséquent, s'il se trouve dans le sperme des diabétiques, le développement de ces éléments doués d'un mouvement propre (voy. chap. 4).

Or, en faisant dissoudre du glocose directement dans le liquide spermatique, tous les zoospermes périssent instantanément. Des recherches ultérieures devront donner des détails précis sur l'existence du glucose et l'absence des spermatozoaires dans le sperme des diabétiques.

### Expérience III. — *Mollusques pulmonés.*

Lorsqu'on plonge une planorbe dans une solution composé de 50 grammes de glycérine et de 100 grammes d'eau, on voit presque immédiatement quelques bulles d'air s'échapper de l'intérieur de la coquille,

---

(*Physiologie*, 1er cahier, p. 18; Leipzik, 1839; trad. par Habets, p. 23; Paris, 1841), après avoir décrit les effets délétères de l'eau pure, ajoute: « L'eau sucrée, l'eau faiblement salée, provoquent ces effets violents, mais à un moindre degré; parfois leur action est nulle. » Ailleurs (*Dictionnaire de physiologie*, t. IV, p. 825; Brunzwick, 1853) il dit encore que les solutions de sucre se comportaient d'une manière indifférente. Kraemer (*de Motu spermatozoorum*, p. 39; Gottingue, 1842), au contraire, affirme que l'eau sucrée, concentrée ou diluée, tue les animalcules.

qui s'incline légèrement, tout en nageant à la surface de la solution. L'animal se remue et se retire de plus en plus au fond de la coquille; l'air continue à s'échapper et la planorbe finit par tomber au fond du vase, tandis qu'à l'état normal elle nage toujours à la surface de l'eau. Puis on voit chez quelques individus une matière colorante, brune ou rougeâtre, s'échapper par jets. Au bout de quinze à vingt minutes, parfois plus tôt, l'animal est complétement rapetissé dans sa coquille, et meurt au bout d'une heure à une heure et demie.

Les mêmes phénomènes se produisent, mais beaucoup plus lentement, dans des solutions de sucre de canne ou de glucose au même titre. La mort survient au bout de quatre à cinq heures, quelquefois plus tôt. Les lymnées se comportent d'une manière analogue.

On sait que les planorbes viennent à la surface de l'eau respirer l'air et que leur poumon communique au dehors par un orifice protractile : on pourrait donc croire que, devenues plus lourdes par le départ de l'air et tombant alors au fond de l'eau, elles y meurent suffoquées, ne pouvant plus respirer l'air extérieur. Cette supposition cependant ne serait pas exacte; car on a vu des planorbes submergées rester vivantes pendant plusieurs jours. (Milne-Edwards, *Leçons d'anatomie et de physiologie comparées*, t. II, p. 88; Paris, 1857.)

### Expérience IV. — *Annélides.*

Une sangsue plongée dans une solution sucrée quelconque cherche toujours à s'en échapper pour venir à la surface du liquide. Cependant, en retenant des sangsues au fond d'une solution de glucose (8 grammes dans 100 grammes d'eau), je les ai vues y périr au bout de quinze à seize heures. L'animal était fortement ratatiné et présentait, tout le long de son corps, des nodosités saillantes, dures au toucher. Ces nodosités étaient encore plus prononcées chez des sangsues mortes dans l'eau mélangée avec moitié ou un tiers de glycérine.

### Expérience V. — *Crustacés.*

Me trouvant sur les bords de la mer, j'ai fait quelques expériences sur des crabes (crustacées décapodes). Comme terme de comparaison, j'en ai placé quelques-uns dans une terrine remplie d'eau de mer, où ils sont restés vivants et très-vivaces pendant plusieurs jours, tandis que ceux qui furent placés en même temps dans l'eau de mer sucrée y succombaient au bout de quelques heures, ainsi qu'il ressort des expériences suivantes :

A. *Glucose.*—*a.* Glucose, 60 grammes; eau de mer, 500 grammes. Cinq petits crabes, de 1 à 2 centimètres. Au bout de six heures, il y en a un de mort, les autres sont peu vivaces. Deux de ces derniers succombent huit heures plus tard, c'est-à-dire après un séjour de quatorze heures dans la solution, et les deux plus grands à la vingtième heure.

*b.* Glucose, 185 grammes; eau de mer, 500 grammes. Un grand crabe, long de 5 centimètres, un autre de 3, et sept de 1 à 2 centimètres; six des plus petits sont morts au bout de deux heures et demie; la vivacité des autres a considérablement diminué, et ils périssent après un séjour de cinq heures.

B. *Sucre de lait*, 125 grammes; eau de mer, 500 grammes. Sept crabes, dont 1 de 4 centimètres, les autres de 1 à 2 centimètres. Au bout d'une heure quarante-cinq minutes: cinq sont morts, un autre est à l'agonie, et le plus grand remue à peine. Ces deux derniers succombent une heure plus tard.

C. *Sucre de canne*, 125 grammes; eau de mer, 250 grammes. Un crabe, long de 7 centimètres, succombe au bout de quarante-cinq minutes. (Comp. aussi les expériences faites sur les écrevisses, chap. 2, § 2.)

Expérience VI. — *Batraciens aquatiques.*

Des têtards meurent au bout de deux heures dans de l'eau contenant un quart de glycérine; leur corps paraît ratatiné comme celui des sangsues tuées par une solution sucrée. La mort est plus rapide si l'on augmente la quantité de glycérine.

Une larve de salamandre, longue de 6 centimètres, meurt, au bout d'une heure, dans 200 grammes d'eau tenant en dissolution 100 grammes de sucre de canne. Une autre meurt en quatre minutes dans 100 grammes d'eau et 50 de glycérine. Une autre de la même grandeur, en se débattant vivement, reste inanimée, après un séjour de vingt-cinq minutes dans 100 grammes d'eau et 50 grammes de glucose. Après un séjour de vingt minutes à l'air, elle montre de nouveau quelques mouvements; replacée dans l'eau ordinaire, elle revient peu à peu complétement à la vie.

Expérience VII. — *Insectes aquatiques.*

Les insectes aquatiques soumis à nos expériences puisent dans l'atmosphère la provision d'air nécessaire à l'entretien de la respiration; les hydrophiles, par exemple, transportent l'air de la surface de l'eau jusqu'à leurs stigmates; les dytiques amènent à la surface de l'eau l'extrémité postérieure de leur corps et soulèvent un peu leurs élytres légèrement bombés qui, en se rabattant, emprisonnent une petite couche d'air, laquelle se trouve alors en contact avec les stigmates; chez les gyrins (tourniquets), l'extrémité postérieure du corps est garnie de poils enduits de graisse qui retiennent des bulles d'air quand l'animal, après avoir élevé l'anus au-dessus de l'eau, vient à plonger. (Milne-Edwards, *Physiologie et anatomie comparées*, t. II, p. 180; Paris, 1857.)

Un dytique a pu séjourner impunément, pendant vingt heures, dans 100 grammes d'eau avec 50 grammes de glycérine: placé ensuite peu-

dant quelques heures dans de l'eau ordinaire, il fut mis de nouveau dans la même solution, où il succombe au bout de vingt-cinq heures, car remis dans l'eau ordinaire pendant un quart d'heure, puis laissé à l'air, il ne revient plus à la vie. Un autre dytique meurt dans de l'eau sucrée (une partie de sucre de canne sur deux d'eau), au bout de cinquante-quatre heures, et ne peut plus être rappelé à la vie. Un autre coléoptère aquatique, appartenant également à la famille des dytiques (*colymbus fuliginosus*), meurt après vingt-quatre heures dans cette même solution, et au bout de un jour ou un jour et demi dans des solutions d'une partie de glycérine ou de glucose dans deux parties d'eau. Ces insectes cherchent toujours à s'échapper en grimpant sur les parois du vase, de sorte que leur séjour en dehors de la solution prolonge nécessairement la durée de la vie.

Ces mêmes solutions nous ont servi pour y placer des insectes appartenant à la classe des hémiptères (*notonecta glauca*). Ils meurent au bout de vingt à vingt-cinq heures dans les solutions de sucre ou de glycose et deviennent immobiles après un séjour de deux à quatre heures dans la glycérine diluée avec deux parties d'eau. Un de ces derniers, retiré immobile après deux heures de séjour, et laissé à l'air, revient à la vie au bout de trois heures.

### Expérience VIII. — *Poissons.*

A. *Glycérine.* — *a.* Glycérine, 200 grammes; eau, 1,000 gram. Le poisson (goujon), long de 12 centimètres, nage avec une très-grande vivacité, comme s'il voulait échapper à un danger, essaye même de sauter hors de la terrine. *Cinq minutes :* la respiration est très-accélérée ; le poisson tombe sur le dos, se remet, surtout lorsqu'on le touche, sur l'abdomen, et retombe ensuite sur le dos. *Dix minutes :* la respiration se ralentit ; le poisson devient moins sensible au toucher ; il reste étendu sur le dos. *Quinze minutes :* meurt avec une forte expiration. Placé immédiatement dans l'eau ordinaire, il ne revient pas à la vie. Un autre goujon, long seulement de 9 centimètres, fut placé dans la même solution. Ses mouvements sont d'abord aussi très-vifs ; mais déjà, au bout de deux minutes, il tombe sur le côté, puis sur le dos, en se débattant. Respiration accélérée ; mort au bout de neuf minutes. Le sang et les muscles, examinés au microscope, n'ont rien présenté de particulier. Cependant les branchies et les méninges sont gorgées de sang, et celui-ci solidifié dans les vaisseaux.

*b.* Glycérine, 200 grammes; eau, 2,000 grammes. Le goujon avait 14 centimètres de longueur ; il s'agite moins que ceux des expériences précédentes ; il ne tombe sur le flanc et sur le dos qu'au bout de vingt-cinq minutes. Après trente-cinq minutes, il repose constamment sur le dos, sans pouvoir se remettre sur l'abdomen. Respiration inégale, saccadée ; mort à la quarantième minute.

B. *Sucre de canne. a.* Sucre, 50 grammes; eau, 500 grammes. Les effets sont beaucoup plus lents à se produire; le poisson (goujon), long de 14 centimètres, reste en général calme et ne tombe sur le côté qu'au bout de deux heures. Cependant il se remet vivement sur le dos quand on le touche; sa respiration est accélérée. Au bout de trois heures et demie, il nage constamment sur le dos, près de la surface; placé pendant quelques minutes dans l'eau ordinaire, il nage sur l'abdomen; puis, remis dans la solution, il y succombe au bout d'une heure. La solution sucrée l'a donc tué en quatre heures et demie. Un autre poisson, de la même grandeur, revient complétement à la vie, dans l'eau ordinaire, après avoir séjourné trois heures dans cette solution et quoiqu'il ait déjà nagé constamment sur le dos.

*b.* Sucre, 125; eau, 500 grammes. De deux individus, longs de 7 à 8 centimètres, placés en même temps dans la solution, l'un (une petite perche) meurt au bout de trois heures, l'autre, un gardon, une demi-heure plus tard. Ils se tiennent constamment, comme dans les expériences précédentes, près de la surface de l'eau, ne restent jamais tranquilles, cherchent toujours au contraire en nageant d'échapper, pour ainsi dire, à un péril qui les menace. Un autre gardon, placé dans une solution de 100 grammes de cassonade dans 250 grammes d'eau, meurt au bout d'une heure et demie. Des poissons de la même espèce sont restés bien vivants dans l'eau de puits pendant trente-six heures, durée de l'expérience. Pendant tout ce temps, ils se tenaient tranquilles au fond de la terrine.

(Comparez chap. 3, § 4, *Circulation,* les expériences faites sur les fœtus de poissons).

Cette série d'expériences prouve que les animaux aquatiques périssent dans les solutions plus ou moins concentrées des substances à saveur sucrée.

## CHAPITRE DEUXIÈME.

### DE LA CAUSE DE LA MORT DES ANIMAUX AQUATIQUES DANS LES SOLUTIONS SUCRÉES.

Les animaux soumis aux expériences précédemment exposées meurent asphyxiés, par suite de l'arrêt de la circulation dans les organes de la respiration. Lorsqu'on soumet à l'observation microscopique les branchies des larves de salamandre ou des poissons, dans un moment plus ou moins rapproché de la mort, on voit la circulation considérablement ralentie ou complétement abolie. Si l'on parvient à rétablir la circulation, par le séjour à l'air ou dans l'eau

pure, ou par de faibles secousses d'un courant intermittent, les animaux reviennent à la vie et reprennent la vivacité ordinaire de leurs mouvements. Nous en avons cité plusieurs exemples (chap. I, § 7, 8, 9).

Cependant les phénomènes observés chez les infusoires, leur contraction, la dilatation subséquente suivie parfois de dissolution, en un mot, les altérations de ces animalcules, de même que la destruction des spermatozoaires et des cils vibratiles, ne peuvent être attribuées à un arrêt de la circulation, et doivent trouver leur explication dans la même cause qui arrête la marche régulière du sang. Cette cause, nous chercherons à la trouver par des expériences en dehors de toute supposition qui aurait pour base le facteur inconnu de la vitalité.

Les phénomènes divers dont nous cherchons l'explication peuvent être occasionnés soit par l'action chimique, soit par l'action physique des substances sucrées sur l'organisme. L'action chimique peut être directe, immédiate, c'est-à-dire qu'il faudrait considérer les substances sucrées comme des *poisons*, ou du moins comme des substances ayant une *action chimique particulière* sur le liquide nourricier (le sang), ou bien l'action chimique est indirecte, et alors deux hypothèses s'offrent à l'examen : La mort doit être attribuée à une altération subie par les sucres, à savoir : la *fermentation*, où les solutions tuent, parce qu'elles ne sont pas propres à la respiration, à cause de l'*absence de l'air*. L'action physique peut être la *viscosité* de la solution ou bien l'échange qui se fait entre elle et les liquides de l'animal, c'est-à-dire l'*osmose* (endosmose et exosmose). Nous allons maintenant examiner en détail chacune de ces suppositions.

## § I. — *Empoisonnement.*

Nous ne croyons pas devoir discuter longuement la question de l'empoisonnement des animaux aquatiques par les solutions sucrées. Le glucose, qui existe à l'état normal dans le sang et dans le foie de quelques-uns de ces animaux, ne peut-être en même temps élément constitutif normal et poison. D'autre part, l'action délétère d'un poison n'expliquerait nullement les phénomènes si divers de contraction ou de dilatation des animalcules et de l'arrêt de la circulation.

## § II. — *Altération du sang.*

Pour reconnaître l'action chimique particulière que pourraient exercer les solutions sucrées sur les organismes vivants, il s'agissait de savoir d'abord si les substances sucrées pénètrent dans le corps, puis quelle est l'action de ces substances sur le sang.

Pour répondre à la première question, nous avons fait périr des écrevisses dans des solutions de glucose. Nous avons choisi un crustacé, parce que l'enveloppe cornée nous paraissait offrir une certaine garantie contre l'imbibition, simple résultat du séjour dans la solution. Les réactifs employés étaient la liqueur de Barreswill, ou bien la potasse et le sous-nitrate de bismuth, qui donnent un précipité gris-noir dans la liqueur chauffée. De deux écrevisses, l'une est morte au bout de dix-huit heures, l'autre quelques heures plus tard, dans une solution de glucose au cinquième. Les animaux morts furent lavés, puis les organes internes malaxés dans l'eau. Ce liquide filtré m'a paru renfermer une faible quantité de glucose, surtout celui qui provenait du foie, tandis que les organes internes d'une écrevisse vivant dans l'eau n'en ont pas fourni des indices. Quoique nous n'attachions pas une grande importance à l'exactitude de cette analyse, nous ferons cependant remarquer que ce résultat s'accorde avec la cause générale (l'osmose) des phénomènes que nous étudions, ainsi que nous le verrons tout à l'heure (chap. 3). Mais la présence des sucres dans les organes n'expliquerait pas la mort, à moins qu'il n'existe une action particulière de ces substances sur le sang.

Or, en mêlant vivement quatre volumes de sang frais avec un volume de sirop de sucre ou de glycérine, nous avons vu que la première de ces substances retardait la coagulation pendant un ou deux jours, la seconde, pendant six ou huit jours. Quelque minime donc que serait la quantité de sucre qui pénètre dans l'organisme, elle ne pourrait jamais amener l'arrêt de la circulation et moins encore le dessèchement du sang (chap. 1, § 9, A).

## § III. — *Fermentation.*

La fermentation ne peut non plus être la cause de l'effet délétère des solutions sucrées. Il est vrai, des solutions sucrées bien fermentées font périr les animalcules.

Une solution de glucose au centième, dans laquelle les infusoires vivent pendant quelques heures, fut mélangée avec quelques parcelles de levure; au bout d'une demi-heure, les premières bulles qui se dégagent indiquent le commencement de la fermentation : des infusoires placés dans une goutte de cette solution y restent vivants pendant une heure, ce qui prouve que le commencement de la fermentation n'exerce aucune influence. Mais lorsque, au bout de quelques heures, la fermentation étant terminée, ou du moins fort avancée, une goutte de cette solution fermentée fut mêlée avec une goutte renfermant des infusoires, ceux-ci ont péri presque instantanément, probablement à cause de l'alcool développé dans la solution.

Ces données suffisent pour démontrer que la fermentation est étrangère à l'action des solutions sucrées. En effet, une solution de sucre ou de glycose au cinquième, au moment même de sa préparation, mise en contact avec des infusoires, tue ces derniers instantanément. En supposant donc que ces éléments organiques pourraient y jouer le rôle de ferment, l'acte de la fermentation n'aurait pas pu encore s'établir ; du reste, serait-il même établi, il ne produirait pas, dès son commencement, cet effet délétère instantané.

Ce qui en outre prouve, mieux que toutes ces remarques, l'absence de la fermentation, dans l'ordre des phénomènes dont l'explication nous préoccupe actuellement, c'est l'efficacité considérable, instantanée, des substances à saveur sucrée non fermentescibles, à savoir : de la glycérine et de la mannite, efficacité supérieure à celle des sucres fermentescibles ; et si l'on croyait devoir considérer la glycérine comme une espèce d'alcool, et expliquer ainsi son action plus grande, ces remarques ne pourraient pas s'appliquer à la mannite, presque aussi active et cependant non fermentescible.

## § IV. — *Absence de l'air.*

Ainsi, assurément les sucres ne tuent pas par leurs propriétés chimiques ni par celles qu'ils possèdent comme sucres, ni par celles qu'ils pourraient acquérir par suite d'une transformation, une fermentation, soit parce que le temps a manqué pour que cette fermentation s'accomplisse, soit parce que ces substances ne sont pas fermentescibles.

Mais peut-être ces solutions ne sont-elles délétères que par l'ab-

sence de l'oxygène, à la façon de certains gaz qui sont des poisons, non pas chimiquement, mais parce qu'ils sont incapables d'entretenir la respiration. Pour répondre à cette question, il a été nécessaire de faire quelques analyses relatives à la quantité et à la qualité de l'air contenu dans les solutions sucrées. Voici les résultats que nous devons à l'obligeance de M. Bouis, professeur agrégé à l'École de pharmacie, qui a bien voulu se charger de ces expériences.

A un ballon dont la capacité était de 250 centimètres cubes, et qui a servi à toutes les expériences suivantes, fut adapté un tube recourbé; le tout a été rempli d'eau distillée, puis on a chauffé; on a chassé d'abord l'eau contenue dans le tube et puis on a recueilli l'air contenu dans l'eau du ballon sur une cuve à mercure. Il fut ainsi démontré que les 250 centimètres cubes d'eau distillée renfermaient 4,8 centimètres cubes d'air, qui ne présentait pas de traces appréciables d'acide carbonique et qui donnait 32 à 33 pour 100 d'oxygène.

Dans une deuxième expérience, le ballon et le tube furent remplis avec une solution de 250 centimètres cubes d'eau distillée et 55 centimètres cubes de glycérine; il y avait le même volume de liquide que dans l'expérience précédente, et, en suivant le même procédé, on obtint 4,1 centimètres cubes d'air, présentant la même composition chimique que l'air de l'eau distillée dans la première analyse.

Dans une troisième analyse 250 centimètres cubes d'eau distillée et 50 grammes de sucre de canne ont donné 4,2 centimètres cubes d'air.

Enfin une quatrième analyse, faite avec une solution de 250 centimètres cubes d'eau distillée et 50 grammes de glucose, a fourni 3,6 d'air. Cette solution a paru plus visqueuse que celle de la glycérine.

Il résulte donc de ces analyses, que l'air renfermé dans les solutions présente absolument la même composition que celui de l'eau, et par conséquent, il est parfaitement apte à entretenir la respiration; la légère diminution d'air, parfaitement explicable par la proportion du corps dissous dans l'eau, et qui diminue d'autant la capacité de l'eau pour la dissolution des gaz, est insuffisante pour expliquer la mort instantanée des infusoires, ou celle des poissons au bout de dix à quinze minutes, dans une solution de glycérine au cinquième, car cette solution renferme encore, par litre, 16 à 17 centimètres cubes d'air, au lieu de 19 à 19,5, contenu dans l'eau. De nombreuses expériences et particulièrement celles de MM. Valencienne et Lévy, relatives à la respiration dans de l'eau moins riche

en air, ont démontré que la vie est compatible avec une diminution bien plus considérable de l'air.

Du reste, toutes nos expériences prouvent que la glycérine est beaucoup plus active que le glucose : cependant la solution de glycérine renferme plus d'air que celle de glucose.

## § V. — *Viscosité.*

Une solution de 50 grammes de gomme arabique dans 200 gram. d'eau, offrant un degré de *viscosité* bien supérieur à celui des solutions sucrées au cinquième, n'a produit aucun effet sur une larve de salamandre pendant trois jours, durée de l'expérience que nous crûmes inutile de prolonger.

## § VI. — *Osmose.*

L'insuffisance de toutes les explications tentées jusqu'à présent nous force d'examiner une cause purement physique, l'*osmose*, c'est-à-dire l'échange qui se fait entre les liquides de l'organisme et la solution sucrée, à travers les membranes de l'animal. Notre attention a été appelée sur cet ordre d'idée, par l'expérience prédemment relatée (§ 2) qui démontrait, avec grande probabilité, la présence du glucose chez les animaux morts dans une solution de glucose. Si le sucre pénètre dans le corps, en même temps que les liquides de l'organisme s'en échappent, l'explication de tous ces phénomènes précédemment décrits pourrait être donnée facilement. Nous allons donc, dans le chapitre suivant, examiner l'action osmotique des sucres, d'abord sur les animaux dont la ténuité de l'enveloppe les rend semblables à des vésicules et permet l'osmose avec l'organisme entier, puis sur ceux dont les téguments externes plus épais limitent l'osmose principalement aux parois minces des vaisseaux capillaires, et particulièrement à ceux des organes de la respiration. Ces dernières recherches feront donc connaître l'influence des solutions sucrées sur la circulation. Enfin il importera de connaître la nature des éléments abandonnés par le sang pendant l'osmose. Ces questions diverses seront examinées dans le chapitre suivant.

# CHAPITRE TROISIÈME.

## DE L'OSMOSE ORGANIQUE, ET PARTICULIÈREMENT DE CELLE DES POUMONS.

### § I. — *De l'osmose en général.*

On désigne actuellement sous le nom d'*osmose* l'ensemble des phénomènes de l'*endosmose* et de l'*exosmose,* dont la découverte est due au travail persévérant et ingénieux de Dutrochet (1). Nous ne pouvons pas donner ici une description détaillée de tous ces phénomènes (2) : nous rappellerons seulement que l'osmose est l'échange qui se fait entre deux liquides séparés par une membrane perméable, le *diaphragme;* qu'il s'établit alors un courant fort, endosmose, et un courant faible, exosmose; que le liquide vers lequel se dirige le courant fort augmente considérablement de volume, et que par conséquent ce liquide, qui est la substance occasionnant l'osmose, la *substance osmogène,* possède un *pouvoir osmotique* supérieur à celui du liquide qui se trouve de l'autre côté de la membrane. On sait en outre que l'augmentation du volume est suivie, à un moment donné, d'une diminution consécutive, fait qui explique l'absorption même des liquides dont le pouvoir osmotique est supérieur à celui du sérum sanguin .

Nous allons maintenant examiner l'osmose sous les divers points de vue exposés précédemment (chap. 2, § 6).

### § II. — *Du pouvoir osmotique de diverses substances à saveur sucrée.*

Nos expériences osmotiques ont été faites avec un tube d'un diamètre de 7 à 8 millimètres, terminé par un réservoir en forme d'entonnoir, haut et large de 2 centimètres à sa base, et à peu près de 1 centimètre seulement au point de jonction avec le tube;

---

(1) *Mémoires pour servir à l'histoire des végétaux et des animaux,* t. I ; Paris, 1837.

(2) Ceux qui voudront se mettre au courant de l'état actuel de la science touchant l'osmose trouveront dans l'ouvrage de M. Milne-Edwards (*Leçons d'anatomie et de physiologie comparées,* t. V; Paris, 1859) un exposé complet de la question, écrit avec la clarté et la précision qui distinguent cet éminent naturaliste.

un morceau de péricarde frais de mouton sert de diaphragme. Ce tube est maintenu, à une hauteur déterminée, à l'aide d'un bouchon, dans le goulot d'un vase contenant le liquide externe, le bain. On verse d'abord dans l'endosmomètre quelques grammes de la solution sucrée, qui remplissent le réservoir et une petite portion du tube, jusqu'à un point déterminé qui sert de point de départ, point O, pour la mesure de l'endosmose dans le tube; puis on enfonce l'endosmomètre dans le bain : nous avions l'habitude d'amener le diaphragme seulement jusqu'à la surface du bain. En nous servant du même endosmomètre, en faisant usage, dans des expériences successives, des morceaux du même péricarde, nous n'apportions aucune modification appréciable dans la constitution du diaphragme, et la hauteur à laquelle montait le liquide dans le tube de l'endosmomètre, dans un temps déterminé, donnait la mesure du pouvoir osmotique. C'est ainsi que furent obtenus les résultats suivants :

1 gramme de sucre dissous dans 5 grammes d'eau a donné, avec de l'eau distillée, au bout de deux heures trente minutes, une endosmose de 20 millimètres ; 1 gr. de glycérine avec 5 gr. d'eau, 27 millim. Si le bain est formé par du sang défibriné, au lieu de l'eau distillée on obtient, avec la solution de sucre au cinquième, 9 millim., et pour la glycérine, 14 millim. Le sucre de lait donne des chiffres beaucoup plus faibles, 1 ou 1 millim. et demi dans la première demi-heure ; puis à cette faible endosmose succède presque aussitôt l'abaissement de la colonne dans le tube, c'est-à-dire l'exosmose ; le courant fort s'établit vers le liquide externe. C'est ainsi qu'avec le sucre de lait au cinquième et du sérum sanguin, au bout de une heure quarante-cinq minutes, il y a exosmose de 5 millim. Avec les autres sucres, l'exosmose ne succède à l'endosmose que beaucoup plus tard. Le péricarde de l'oie, du lapin, du poulet, etc., ont donné des résultats analogues.

Ces chiffres expliquent la rapidité plus grande avec laquelle agit la glycérine comparée au sucre de canne ou au sucre de lait, les phénomènes de l'osmose se manifestant plus vite avec la première de ces substances qu'avec les autres. On sait d'ailleurs que le pouvoir osmotique augmente avec le degré de concentration de la solution. Ainsi nous avons obtenu avec la glycérine pure et du sang défibriné une endosmose de 105 millimètres en trois heures, et avec le sirop de sucre une de 80 millimètres, résultats bien plus considérables que ceux fournis par les solutions au cinquième.

## § III. — *De l'effet produit par l'osmose sur des vésicules (les infusoires).*

Lorsqu'on place une vésicule organique, par exemple un œuf de poisson, dans du sirop de sucre, ou mieux encore dans de la glycérine, on voit instantanément se produire le phénomène de l'osmose. En effet, au bout de quelques minutes déjà, l'œuf commence à s'affaisser ; puis il se ride, se rapetisse, se ratatine, pour ne présenter finalement qu'une vésicule vide, aplatie. Ce résultat est produit par le grand pouvoir osmotique de la glycérine, vers laquelle s'est établie l'endosmose. Que l'on retire maintenant cet œuf de la glycérine, et qu'on le plonge dans de l'eau, on le verra se gonfler et reprendre ses dimensions primitives. Le même effet se produit en laissant séjourner l'œuf dans la glycérine pendant dix ou douze jours; la turgescence devient finalement telle, qu'elle peut même amener la rupture des membranes.

Ces effets sont moins marqués et beaucoup plus lents à se produire lorsque les solutions sucrées sont moins concentrées, parce qu'alors leur pouvoir osmotique est beaucoup plus faible.

Les mêmes phénomènes osmotiques s'observent lorsqu'on plonge des fruits, par exemple des cerises, des pêches, des grains de raisin, etc., dans des solutions sucrées, ou lorsqu'on les recouvre d'une couche de gélatine dissoute dans de la glycérine. Il est assez curieux de voir alors le fruit se rider et se dessécher sous la couche de gélatine qui le recouvre de tous côtés et qui ne dessèche pas, d'abord parce que la gélatine dissoute à l'aide de la glycérine conserve toujours la même mollesse, puis parce que cette gélatine glycérinée, pourvue d'un grand pouvoir osmotique, absorbe l'eau contenue dans le fruit. Les rides des fruits conservés dans de l'alcool sucré sont également dues à l'osmose exercée par la solution.

Cet affaissement et cette turgescence consécutive des vésicules dans les solutions sucrées sont des phases bien connues de l'osmose, et qui expliquent les phénomènes observés chez les infusoires séjournant dans une solution sucrée.

En effet, les infusoires représentent des vésicules excessivement perméables : le premier effet produit par la solution est une contraction qu'éprouve l'animalcule, parce que le pouvoir osmotique

de la solution est supérieur à celui des liquides contenus dans l'infusoire; l'animalcule se ride, se plisse; il se vide en un mot. Puis survient la turgescence : l'animalcule se gonfle, par suite de l'endosmose qui a changé de direction, et reprend sa forme et son aspect primitif; puis, l'endosmose continuant, le gonflement devient tellement considérable, que l'animalcule éclate et qu'il paraît se dissoudre dans la solution. Ce phénomène s'observe, dans des solutions au cinquième ou au dixième, chez les infusoires délicats dont l'enveloppe est excessivement mince, déjà au bout de quelques minutes, parfois même pour ainsi dire instantanément.

La célérité avec laquelle se manifestent ces diverses phases de l'osmose dépend d'une part du titre de la solution et de la qualité du sucre (voy. chap. 1 et le § précédent), et d'autre part de la perméabilité de l'enveloppe. Elles s'accomplissent par conséquent rapidement chez tous les animaux aquatiques qui respirent avec toute la surface de leur corps. Chez les animaux plus développés, dont les téguments sont plus épais, tels que les mollusques, les annélides, etc., les deux phases se succèdent plus lentement. On verra généralement s'établir assez rapidement l'affaissement, c'est-à-dire l'exosmose, mais l'endosmose s'établit lentement, et l'épaisseur des membranes peut même s'opposer à leur rupture. C'est ainsi que nous avons vu les annélides se contracter, durcir, et se couvrir de nodosités (voy. chap. 1, § 5).

Nous ne pouvons pas déterminer exactement l'influence qu'exerce sur la rapidité de l'osmose la densité des liquides albumineux contenus dans ces animalcules, par des raisons que tout le monde comprendra; mais il est certain, d'après les lois de l'osmose, que cette influence existe, et qu'elle est par conséquent variable, dans des limites assez étroites il est vrai, avec l'âge et le développement des individus de la même espèce soumis à l'expérimentation.

### § IV. — *De l'influence osmotique des solutions sucrées sur la circulation.*

Les premières expériences concernant l'influence exercée par les substances sucrées sur la circulation ont été faites sur le poumon de la grenouille. Après y avoir constaté la circulation à l'aide d'un faible grossissement, j'ai laissé tomber une goutte de glycérine sur le poumon; au bout de quelques instants, la circulation était

complétement arrêtée. Ce qu'il y a de remarquable dans ce phénomène, c'est que la circulation ne s'arrête que dans les points baignés par la glycérine. Le sirop de sucre produit les mêmes effets, mais beaucoup plus lentement. On peut constater les mêmes résultats sur la membrane natatoire des extrémités postérieures, pourvu que l'épiderme ait été légèrement entamé, afin de rendre plus facile l'osmose.

D'autres expériences ont été faites sur les fœtus de saumon. Voici les résultats de ces expériences, faites avec l'obligeant concours de M. Gerbe, dans le laboratoire de M. Coste, qui a bien voulu faciliter de toutes manières ces recherches :

La circulation du fœtus renfermé dans l'œuf et prêt à éclore a été arrêtée par la glycérine pure au bout de vingt à vingt-cinq minutes. Un de ces œufs, dans lequel la circulation, très-faible, était prête à s'arrêter, fut remis dans l'eau pure ; mais la circulation ne s'est pas rétablie, et l'œuf a été trouvé décomposé le lendemain.

Des œufs, semblables aux précédents, ayant été placés dans des solutions de sucre de canne, de glucose ou de glycérine au cinquième, et examinés douze heures plus tard, furent trouvés opaques, décomposés, n'offrant plus aucune trace de circulation. Les œufs plongés dans la solution de glycérine sont restés transparents au point de laisser apercevoir toute l'organisation intérieure ; mais la circulation était anéantie, la membrane vitelline rompue, et le fœtus à découvert. Ainsi à l'exosmose avait précédé une endosmose assez puissante pour rompre la membrane vitelline.

Un fœtus qui venait d'éclore, et sur lequel la circulation pouvait s'observer très-distinctement, même à la loupe simple, soit dans le corps, soit dans la vésicule ombilicale, est soumis à l'action de la glycérine pure : il s'agite vivement et meurt au bout de quinze minutes. On voit d'abord la circulation se ralentir à partir de la quatrième minute, puis aller par chocs semblables à des coups de piston, surtout dans le voisinage des gros vaisseaux, puis se transformer en mouvement de va-et-vient, puis cesser peu à peu complétement. Le fœtus est devenu très-transparent, il s'est gonflé, et prenait, surtout dans la vésicule ombilicale, la couleur jaune propre à la glycérine du commerce, qui avait pénétré dans le corps.

Un autre fœtus, qui venait d'éclore, placé dans du sirop de sucre, ne montre plus que de très-faibles et très-éloignées contractions du cœur au bout d'une heure et demie ; la circulation est complétement éteinte dans le reste de l'embryon et sur la vésicule ombilicale. Ces contractions même cessent complétement deux heures un quart après le commencement de l'expérience.

Trois fœtus éclos furent placés dans trois solutions correspondantes d'une partie de glycérine, de glucose, ou de sirop de sucre sur quatre parties d'eau : les fœtus s'agitent, surtout celui de la glycérine. Ceux qui sont plongés dans la solution de glycérine ou de glucose avaient déjà perdu leur vivacité au bout d'un quart d'heure et éprouvé un ralentissement considérable dans la circulation. Celui de la solution de sucre, solution la plus faible, puisqu'elle ne renferme qu'un cinquième de sirop et non pas un cinquième de sucre, ne paraît pas encore atteint. Les contractions du cœur deviennent fort lentes et la circulation très-faible dans le fœtus de la glycérine au bout d'une demi-heure ; celui du sirop nage encore vivement. Au bout d'une heure, on n'observe plus sur le fœtus séjournant dans la solution de glycérine qu'un très-faible mouvement de va-et-vient dans les gros vaisseaux, à peine perceptible ; dans la plupart des capillaires de la vésicule ombilicale, la circulation est éteinte. Le fœtus est mort au bout d'une heure vingt minutes ; le fœtus du glucose a la circulation arrêtée dans une portion de la vésicule ombilicale au bout d'une heure trente minutes. Sept heures après le commencement de l'expérience, la circulation était presque entièrement éteinte dans la vésicule ombilicale, et ne persistait qu'aux abords du cœur, dont les contractions étaient excessivement lentes et irrégulières, et avaient complétement cessé deux heures plus tard. Ainsi le résultat produit par la glycérine au bout d'une heure vingt minutes ne se manifeste avec le glucose qu'après huit ou neuf heures ; la circulation ne commence à se ralentir, dans les fœtus placés dans la solution de sirop de sucre, qu'à la trentième heure ; ils périssent le troisième ou le quatrième jour. Il est curieux de voir la circulation partout déjà arrêtée, l'animal rester immobile avec les mâchoires écartées, et cependant le cœur encore se contracter, très-faiblement et très-irrégulièrement il est vrai. D'autres fœtus un peu plus âgés ont péri dans le glucose (1 sur 5 d'eau) au bout de dix-huit heures, et au bout de quinze heures dans une solution de mannite (1 sur 10 d'eau).

Ainsi donc les solutions sucrées ont arrêté la circulation et fait périr ces fœtus de saumon. En les disséquant, j'ai réussi plusieurs fois à retirer le sang des gros vaisseaux, sous forme d'un filament rouge presque solide, qui se dissolvait cependant dans l'eau. Cet état du sang explique l'arrêt de la circulation et l'asphyxie qui en résulte ; mais il ne trouve pas lui-même son explication dans l'action chimique de la glycérine ou du sucre, puisque ces substances retardent la coagulation du sang (voy. chap. 2, § 2).

Cependant des expériences osmotiques ont fait comprendre cette dessiccation du sang. En effet, ayant versé 1 ou 2 grammes de sang défibriné dans l'endosmomètre plongé dans une solution sucrée, j'ai

vu plus ou moins promptement, suivant le titre de la solution et la qualité du sucre, le sang s'épaissir, au point de former une couche cohérente à la surface interne du diaphragme, tout en conservant sa solubilité dans l'eau. Ainsi, par exemple, avec la glycérine, cet effet se produit déjà au bout de deux heures à deux heures et demie. Or le sang des capillaires, surtout celui des branchies, se trouve dans le même rapport avec la solution que celui de l'endosmomètre, et l'arrêt de la circulation s'explique ainsi; on comprend alors également l'asphyxie et le retour à la vie, dans des conditions favorables. Cependant cet état du sang ne peut être amené que par la perte de quelques-uns de ses éléments liquides; nous nous en occuperons dans le paragraphe suivant.

Mais, avant d'aborder ce sujet, disons d'abord un mot des résultats analogues obtenus dans les expériences faites sur la circulation des plantes. Ayant placé sous le microscope des feuilles de *vallisneria spiralis*, dans de la glycérine ou du sirop de sucre, on voit la circulation se ralentir, puis s'arrêter, les globules se ramasser en pelotes, et l'utricule primitive se contracter. Le sucre agit dans ce cas comme l'alcool; il absorbe l'eau de la cellule végétale.

## § V. — *Du passage osmotique des divers éléments du sang.*

### *a.* Premières expériences avec la membrane de l'œuf.

Nous venons de voir le sang perdre sa liquidité par l'action osmotique du sucre; les parties liquides du sang ont donc traversé les membranes. Il s'agit maintenant de connaître la nature chimique de ces éléments, et déterminer s'il passe de l'eau chargée seulement de sels ou en même temps des principes protéiques. En effet, il a été avancé que l'albumine n'est pas osmotique, et que celle trouvée dans l'endosmomètre provient uniquement du diaphragme constitué par les membranes intestinales (1). Pour

---

(1) M. Mialhe (*Union médicale*, juillet 1852) affirme que « l'albumine normale du sérum du sang et du blanc d'œuf ne traverse pas les membranes animales. Si, pendant les expériences endosmotiques, il apparaît dans les liquides extérieurs une certaine quantité de matière albumineuse, ce n'est pas de l'albumine normale; c'est de l'albumine modifiée, provenant de la macération des membranes mêmes, qui ont laissé transsuder la matière albumineuse dont elles étaient imprégnées : cause d'erreur qui a entraîné la plupart des physiologistes à admettre l'albumine comme endosmotique, et qui peut être facilement évitée en plaçant les membranes

éviter cette objection, nous nous sommes servi, à l'exemple de MM. Bruecke et Mialhe, de la membrane interne d'un œuf frais, ouvert au-dessus de la chambre à air; après avoir lavé l'œuf à l'intérieur et à l'extérieur, et l'avoir rempli soit de sucre, soit d'eau albumineuse, on plonge dans le bain la membrane interne, qui sert de diaphragme.

Ces expériences ont donné les résultats suivants : l'endosmose est très-rapide de l'eau vers l'albumine, à travers la membrane, que l'eau se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur de l'œuf. Celui-ci étant rempli de sérum sanguin, de sang défibriné ou d'eau albumineuse (blanc d'œuf battu, délayé avec 6, 8 ou 12 parties d'eau, et filtré), je n'ai jamais pu constater la présence de l'albumine dans le bain, même au bout de vingt-quatre heures, que le bain soit de l'eau pure ou une solution de parties égales d'eau et de glycérine ou du sirop de sucre. Jamais les acides ne produisent un précipité dans le bain, et si la chaleur trouble la solution, on doit l'attribuer à la présence de sels calcaires, car l'acide nitrique rend la transparence au liquide. J'ai varié ces expériences en plongeant préalablement, pendant douze heures, l'œuf rempli d'eau dans un bain d'eau, supposant que la membrane ainsi mouillée serait plus perméable à l'albumine; mais les expériences faites avec ces œufs contenant maintenant de l'eau albumineuse ou du sérum, et plongeant dans la glycérine ou dans le sirop de sucre, donnent toujours le même résultat : même au bout de dix-huit heures, ni la glycérine ni le sirop de sucre ne révèlent la moindre trace d'albumine, quoiqu'ils soient devenus plus liquides par l'exosmose de l'eau.

*b.* Du choix des membranes animales pour diaphragme.

Je croyais alors la membrane de l'œuf peu propre à des expé-

---

animales dans un liquide conservateur, comme le sirop de sucre, ou en employant les membranes de l'œuf, qui résistent longtemps à la macération et sont de parfaits endosmomètres. Alors jamais le sérum et le blanc d'œuf, dont la composition chimique et les propriétés physiques sont semblables, ne traversent les membranes; l'albumine est donc insoluble. » Divers observateurs ont partagé l'opinion de M. Mialhe, combattue par d'autres.

Les liquides conservateurs recommandés par M. Mialhe sont précisément les substances osmogènes expérimentées par nous.

riences osmotiques sur l'albumine, et je cherchais la solution de la question plutôt dans l'emploi d'autres membranes animales; cependant il était nécessaire de déterminer préalablement le temps que pouvaient rester ces membranes dans des solutions sucrées sans céder les matières albumineuses dont elles sont imprégnées. Pour la même solution, ce temps devait être d'autant plus court que la membrane était plus riche en albumine. Si la membrane cède de l'albumine après avoir séjourné dans une solution pendant un espace de temps égal à la durée d'une expérience osmotique (trois à quatre heures), il est impossible de l'employer comme diaphragme, car l'albumine que l'on trouverait alors dans la solution sucrée pourrait provenir de la membrane, et il ne serait permis d'en conclure au passage osmotique de l'albumine. J'ai donc laissé séjourner, pendant un temps plus ou moins long, des membranes animales dans du sirop de sucre ou de la glycérine, purs ou délayés, et j'ai cherché ensuite l'albumine dans ces liquides.

J'ai examiné d'abord le cæcum et d'autres membranes intestinales de mouton, préalablement lavées. Après un séjour de vingt à trente heures dans du sirop de sucre ou dans une solution de glycérine au cinquième, elles donnent un précipité très-abondant par l'acide nitrique, précipité insoluble dans l'excès de l'acide. Au bout d'une ou deux heures, plongées dans l'eau pure, ces membranes cèdent déjà de l'albumine; cependant la quantité en est tellement faible, que le précipité produit par l'acide nitrique est soluble dans un excès d'acide. Cette solubilité provient uniquement, à ce que nous croyons, de la proportion minime de l'albumine, car du sérum sanguin délayé avec 40 volumes d'eau se comporte de la même manière. En faisant chauffer ces solutions sucrées, qui ne renferment que très-peu d'albumine, on ne les voit guère se troubler, mais l'albumine coagulée forme à leur surface une mousse concrète.

Les membranes intestinales ne m'ont donc pas paru offrir des garanties suffisantes, et j'ai cherché à les remplacer par d'autres membranes moins imbibées de liquides albumineux. Le péricarde m'a paru un des tissus les plus propres aux expériences osmotiques : c'est une membrane mince, peu vasculaire; conservée pendant vingt heures dans du sirop de sucre, pur ou délayé, elle ne

donne lieu à aucun précipité, ni par l'acide nitrique ni par la chaleur. L'importance de ces recherches préalables résulte des expériences osmotiques suivantes :

Un endosmomètre dont le diaphragme était constitué par le péricarde du mouton (voy. § 1 de ce chap.), et qui contenait quelques grammes ou, dans d'autres expériences, quelques gouttes de glycérine ou de sirop de sucre, fut plongé pendant quatre à six heures dans de l'eau ; au bout de ce temps, jamais la solution sucrée ne révélait la moindre trace d'albumine. Lorsqu'au contraire le diaphragme était formé par le cæcum, lorsque surtout la quantité de la solution sucrée était minime, j'ai presque constamment obtenu par l'acide nitrique un précipité plus ou moins soluble dans un excès d'acide.

J'ai donc choisi de préférence le péricarde, comme diaphragme, dans les expériences osmotiques. Celui du mouton, dont je me servis presque constamment, et ceux du lapin, du chien, de l'oie, du poulet, m'ont donné des résultats presque identiques ; celui du bœuf se prêta moins bien à ces expériences, à cause de son épaisseur. Le diaphragme ne fut amené qu'à la surface du bain, et non pas enfoncé, comme l'exigerait la densité relative des liquides, afin que l'on ne puisse attribuer le passage du liquide externe à une pression hydrostatique quelconque. Cependant je dois ajouter que les mêmes résultats furent obtenus avec l'endosmomètre plongé plus ou moins profondément dans le bain ; je dirai encore que je n'ai pas pu constater des différences sensibles entre le pouvoir osmotique de la surface interne ou de l'externe du péricarde, et que les résultats ont été les mêmes, que la solution sucrée se trouve dans l'endosmomètre et le sérum à l'extérieur, ou bien le sérum à l'intérieur et la solution à l'extérieur. Enfin le sang battu (défibriné), le sérum et l'eau albumineuse (une partie d'albumine battue sur 8 parties d'eau), se sont comportés de la même manière ; cependant les résultats les plus nets et les plus prompts s'obtiennent avec le sang ou le sérum. Nous ne rapporterons pas ici toutes ces expériences en détail ; disons seulement que les résultats présentés sont le résumé de plus de 300 expériences variées de toutes manières et répétées en grande partie dans le laboratoire de M. Milne-Edwards.

c. Du passage des divers éléments du sang suivant la quantité de la substance osmogène.

Lorsque l'endosmomètre à diaphragme de péricarde, et qui contient 10 ou 15 grammes de glycérine ou de sirop de sucre, est plongé dans le sérum, on voit s'établir rapidement une endosmose considérable vers le sucre; or jamais il n'y avait dans ces expériences, prolongées pendant douze ou quinze heures, passage de l'albumine, c'est-à-dire jamais le sucre ou la glycérine ne donnaient un précipité par l'addition d'acide nitrique.

Lorsqu'au contraire on verse dans l'intérieur de l'endosmomètre 8 à 10 gouttes seulement de glycérine ou de sirop de sucre, purs ou délayés avec parties égales d'eau, on obtient déjà, au bout de deux à trois heures, le passage manifeste de l'albumine ; la solution sucrée donne un précipité avec l'acide nitrique, précipité insoluble dans l'excès ; la chaleur trouble la solution, et l'albumine coagulée forme une mousse à la surface.

Il résulte donc de ces expériences ce fait fort singulier, qu'une quantité plus grande de substance osmogène produit une osmose moins puissante ; que quelques gouttes de glycérine, par exemple, produisent le passage de tous les éléments du sang ; tandis que quelques grammes, dont on pouvait attendre un effet vingt fois plus considérable, n'étaient capables qu'à faire passer l'eau chargée de sels. Aussi, doutant d'abord beaucoup de l'exactitude de ces résultats, avons-nous varié de toutes manières ces expériences, en changeant la place qu'occupe la substance osmogène, en variant la pression hydrostatique par la position plus ou moins profonde de l'endosmomètre dans le bain, etc. Cependant les résultats étaient toujours identiques. Nous avons pensé ensuite que le volume considérable de sucre masquait la faible quantité d'albumine exosmosée; mais, en ajoutant à 10 grammes de sirop ou de glycérine une quantité de sérum correspondante au volume de l'endosmose, indiqué par l'ascension du liquide dans le tube de l'endosmomètre, il était très-facile de constater la présence de l'albumine ; d'autre part, l'albumine était aussi facile à reconnaître lorsqu'on ajoutait 10 gram. de sirop au produit de l'osmose exercée par 10 gouttes. Supposant enfin que peut-être les réactifs employés, tels que les acides, le tannin, etc., n'étaient pas assez puissants pour révéler de légères

traces d'albumine, nous avons prié M. Alphonse Milne-Edwards de vouloir bien faire l'analyse du produit de l'osmose exercée par 10 grammes de sirop ou de glycérine, sur du sérum, pendant neuf à dix heures. Voici la note remise à ce sujet ;

« Après avoir soumis le liquide pendant quelques minutes à l'ébullition pour y chercher directement l'albumine, on l'a mis à évaporer à une douce chaleur de 60° à peu près. On a pris le résidu et on l'a soumis dans un tube à l'action de la chaux sodée, sous l'influence d'une assez forte chaleur. Un papier de tournesol, faiblement rougi et placé dans l'intérieur du tube, devait déceler la présence des plus petites quantités d'ammoniaque. Or, dans toutes ces expériences, quoiqu'on ait élevé la chaleur jusqu'au rouge sombre, il n'y a pas eu de dégagement d'ammoniaque, pas plus qu'il n'y avait de précipité d'albumine par la chaleur. »

Ayant ainsi constaté, d'une manière indubitable, l'absence de l'albumine dans les liquides sucrés, lorsque la quantité de la substance osmogène (sucrée) est considérable (10 grammes), je me suis demandé si la présence de l'albumine dans l'endosmomètre contenant de très-faibles quantités de sirop ou de glycérine ne provenait pas uniquement de la simple filtration à travers le diaphragme ; mais, ayant laissé vide l'endosmomètre, ni l'eau ni l'albumine du bain n'ont passé à travers le diaphragme.

Avant de nous occuper de l'explication de ces faits en apparence si paradoxaux, voyons d'abord si des changements apportés dans la constitution des diaphragmes ou des substances osmogènes apporteraient des modifications dans les résultats précédemment énoncés.

*d.* Expériences avec des diaphragmes non animaux.

Le péricarde fut remplacé par des membranes exemptes de toute trace d'albumine ; tels sont les diaphragmes constitués par le collodium (1), ou par une lame de porcelaine dégourdie, épaisse de 2 millimètres. Or l'endosmomètre, chargé de quelques gouttes de sirop ou de glycérine, et plongé dans du sérum, a laissé pénétrer l'albumine au troisième jour, lorsqu'il était fermé par le collodium, et au quatrième ou au cinquième jour, lorsque le diaphragme était

---

(1) Le collodium se comporte comme les membranes végétales : l'endosmose a lieu vers l'acide tartrique.

constitué par la porcelaine; lorsqu'au contraire, la quantité du sirop ou de la glycérine égalait 10 ou 12 grammes, je n'ai pas obtenu trace d'albumine, même par l'expérience prolongée pendant quatorze jours, bien entendu avec le bain de sérum renouvelé tous les jours. Le sirop ou la glycérine, délayés avec parties égales d'eau, fournissent les mêmes résultats.

Les diaphragmes non animaux n'ont donc apporté, à part la durée nécessaire de l'expérience, aucune modification essentielle dans nos résultats quant au passage de l'albumine, et celle-ci ne peut être attribuée à une décomposition ou macération quelconque du péricarde. Du reste, ayant fait macérer préalablement cette membrane dans l'acide nitrique dilué, pour coaguler les substances albumineuses dont elle est imprégnée, je n'ai pas pu non plus constater la présence de l'albumine dans le produit de l'osmose, exercée par des quantités abondantes de sucre.

*c*. De diverses substances osmogènes non sucrées.

Aux sucres fut substituée, comme substance osmogène, une solution concentrée de phosphate de potasse. Quelques gouttes de cette solution versées dans l'endosmomètre ont donné de l'albumine au bout de deux heures trente minutes, tandis qu'au bout du même temps, il n'y avait pas trace d'albumine dans l'endosmomètre contenant quelques grammes de la même solution. Ce n'est pas la quantité de solution qui empêche de constater l'albumine, car celle-ci est restée parfaitement reconnaissable dans le produit osmotique obtenu par quelques gouttes et auquel on avait ajouté 10 grammes de cette même solution, avant l'addition de l'acide nitrique. La solution concentrée de sulfate de soude se comporte de la même manière, et cependant l'endosmose se fait vers le sérum.

J'ai également obtenu de l'albumine au bout de trois heures, lorsque l'endosmomètre ne contenait que quelques gouttes d'éther ou de chloroforme, tandis qu'il n'en existait point dans le produit osmotique obtenu par quelques grammes. Les résultats ont été les mêmes avec un diaphragme de porcelaine pour l'éther, ou de collodium pour le chloroforme (1).

---

(1) L'osmose exercée par les substances immiscibles paraît ne pas s'accorder avec les lois connues de l'osmose; cependant il y a passage mutuel dans des ex-

*f.* Nouvelles expériences avec la membrane de l'œuf.

Connaissant maintenant l'influence exercée par la quantité de la substance osmogène, nous avons repris les expériences avec la membrane interne de l'œuf, attribuant l'insuccès des recherches précédemment relatées, relativement au passage de l'albumine (voyez ce §, *a*), à la quantité considérable de la substance osmogène dans laquelle est plongé l'œuf rempli de sérum ou d'eau albumineuse. J'ai donc pris pour bain externe quelques gouttes seulement de glycérine; j'ai vu ce bain augmenter d'abord de volume, puis disparaître par endosmose vers l'intérieur de l'œuf, avant le passage de l'albumine, ce qui arrive parfois aussi avec le péricarde chargé de 3 ou 4 grammes de sirop. Mais l'œuf contenant du sérum, étant plongé dans quelques gouttes d'éther ou de chloroforme, laisse facilement passer l'albumine, que l'on constate dans l'eau réunie au-dessous de l'éther ou suspendue dans le chloroforme. Lorsqu'au contraire la quantité de l'éther est relativement considérable, de 10 à 15 grammes, l'eau, chargée des sels dissous dans le sérum ou dans le blanc d'œuf, filtre avec rapidité à travers la membrane de l'œuf, toutefois sans trace d'albumine; elle est alcaline; l'acide nitrique produit quelquefois de l'effervescence, mais ni celui-ci ni la chaleur n'occasionnent de précipités. Même la matière colorante du sang défibriné, dissoute préalablement par addition d'eau, n'a pas passé; je n'ai obtenu que l'écoulement d'un liquide parfaitement incolore et avec lequel l'acide nitrique ne donnait ni effervescence ni précipité. L'éther chargé d'un peu de teinture de cantharides m'a paru pourvu d'un pouvoir osmotique supérieur à celui de l'éther pur.

---

périences suffisamment prolongées, le bain étant du sérum ou de l'eau distillée. Ainsi on trouve, au bout de vingt heures, quelques gouttelettes de chloroforme dans le bain, et, d'un autre côté, l'eau qui a passé se réunit au-dessus du chloroforme ou au-dessous de l'éther. L'eau amidonnée et l'éther iodé ont donné pour résultat, en dix-huit heures, la coloration en bleu de la solution et le passage d'une eau d'un violet pâle. C'est la couche la plus voisine du diaphragme, dans l'eau amidonnée, qui est le plus vivement colorée. L'éther et le chloroforme étant solubles jusqu'à un certain point dans l'eau, on comprend la possibilité de l'osmose avec ces substances dites immiscibles. L'osmose de l'eau est donc impossible seulement avec les substances absolument insolubles dans ce menstrue.

g. Explication de l'influence exercée par la quantité de la substance osmogène.

Il résulte d'une manière indubitable, de toutes ces expériences, que de petites quantités de substance osmogène permettent le passage de l'albumine, tandis que de fortes quantités s'y opposent. L'explication de ce résultat singulier, d'accord cependant avec les lois osmotiques, a été donnée par l'analyse attentive des recherches précédentes et par quelques nouvelles expériences. En effet, lorsque nous examinons ce qui se passe dans un endosmomètre avec un diaphragme de collodium, chargé de quelques gouttes de sirop de sucre et plongé dans du sang défibriné, nous voyons que le premier et le deuxième jour, il ne présente pas encore de trace d'albumine, mais que celle-ci y apparaît le quatrième ou le cinquième jour. Cependant l'endosmose vers la solution sucrée s'est établi dès le premier jour; la solution a augmenté de volume, mais il n'a passé que de l'eau chargée des sels dissous dans le sérum, et pas un atome d'albumine. Ainsi une séparation complète des éléments du sang s'opère par l'osmose : il passe d'abord l'eau chargée des sels, puis plus tard l'albumine; et lorsque l'expérience est prolongée encore de quelques jours, la solution sucrée devient colorée par le passage de la matière colorante. Si la solution sucrée est remplacée par l'essence de térébenthine, on verra, en quinze ou dix-huit heures, passer d'abord l'eau, puis l'albumine, et enfin la matière colorante. On obtient le même résultat avec le péricarde et le chloroforme; avec l'éther, l'expérience doit être prolongée plus longtemps. Le passage successif de ces trois éléments s'effectue, avec une solution concentrée de chlorure de sodium, déjà au bout de cinq heures, et avec l'infusion de cantharides au centième, en deux heures et demie. Les résultats sont les mêmes, lorsque la matière colorante a été préalablement dissoute par addition d'eau.

Nous voyons donc, d'une part, le passage successif des divers éléments du sang, et d'autre part, le passage plus ou moins rapide, suivant la nature de la substance osmogène. Ces phénomènes s'accordent avec la théorie actuelle de l'osmose. Qu'il nous soit permis de donner à ce sujet quelques courtes explications, puisées dans l'excellent ouvrage de M. Milne-Edwards (*Leçons sur la physiologie*, etc., t. V, p. 101 et suiv.; Paris, 1859).

Le mélange spontané des liquides miscibles qui se trouvent en contact peut être déterminé par les forces attractives, physiques et chimiques, qui sollicitent les molécules hétérogènes à se rapprocher, et par la force répulsive qui tend à écarter entre elles les molécules homogènes. Ce sont les effets dus à cette action répulsive qui constituent essentiellement le phénomène désigné sous le nom de *diffusion* des fluides. Or les phénomènes osmotiques consistent essentiellement en un échange entre deux liquides miscibles, qui est déterminé à la fois par les attractions physiques ou chimiques exercées par les molécules hétérogènes de ce corps, les unes sur les autres, et par le pouvoir diffusif des molécules des substances en dissolution, échange qui est réglé, quant aux proportions dans lesquelles il s'effectue, par l'action capillaire inégale que la cloison perméable (le diaphragme) exerce sur les matières que cette cloison sépare. Appliquons ces principes à l'étude des résultats obtenus dans les expériences précédentes.

Le premier facteur dans le phénomène complexe de l'osmose est la capillarité du diaphragme. Or, quand un tissu perméable est plongé dans une dissolution saline, le liquide qu'il accumule dans son intérieur est moins riche en sels que ne l'est le bain circonvoisin, parce que le tissu perméable attire plus facilement l'eau. Il en est de même pour les solutions albumineuses (1). L'eau pure ou chargée de sels passe donc plus facilement que l'albumine.

Mais cette influence seule de la capillarité du diaphragme ferait bien comprendre le passage d'un liquide moins riche en albumine, mais n'expliquerait pas la séparation complète des divers éléments du sang par l'osmose. Pour la compréhension de ce fait, nous sommes obligé de suivre, dans sa marche ultérieure, le liquide dont le diaphragme s'est imbibé et qui, altéré dans les proportions relatives de ces éléments constitutifs, est arrivé de l'autre côté du diaphragme.

---

(1) Il a été constaté, par les expériences de M. Hoppe (*Archives* de Virchow, 1856, t. IX, p. 260, et Milne-Edwards, *loc. cit.*, t. IV, p. 423), que le sérum sanguin, par le seul fait de filtrage à travers la vessie ou le péricarde, s'appauvrit en albumine. Or ce résultat s'explique par l'attraction adhésive exercée par les parois des capillaires des membranes sur les liquides, et qui est plus grande pour l'eau que pour les matières albuminoïdes.

Ici ce liquide se trouve en face du menstrue (la substance osmogène), et la rapidité avec laquelle il se répand et la célérité avec laquelle s'effectue la diffusion, dépendent, d'une part, de la nature des éléments constitutifs des liquides, et, d'autre part, de la nature du menstrue. L'attraction adhésive ou chimique qu'exercent ces molécules les unes sur les autres est plus grande pour l'eau que pour l'albumine, plus forte pour celle-ci que pour la matière colorante; l'eau se répand donc plus rapidement dans le menstrue que l'albumine et celle-ci plus vite que la matière colorante. On comprend dès lors la séparation successive des éléments du sang, par l'effet de l'osmose, séparation plus ou moins rapide suivant l'attraction exercée par les éléments du menstrue, variable suivant leur nature.

On comprend également l'influence de la quantité de la substance osmogène, qui met pour ainsi dire obstacle au passage des matières albuminoïdes ; une simple expérience fera facilement saisir toute cette influence. Une membrane imbibée de liquides albuminoïdes ne cède pas un atôme d'albumine au bout d'une heure, par exemple, étant plongée dans de la glycérine pure, tandis que dans le même espace de temps, une solution de glycérine au dixième est déjà chargée d'albumine. Celle-ci passe donc d'autant plus facilement qu'il y a moins de substance osmogène, puisque l'attraction de la substance osmogène pour l'eau est plus forte que pour les substances albuminoïdes. Aussi la résistance opposée par la substance osmogène diminue avec l'accroissement de l'eau qui a passé, et l'albumine paraît, à un moment plus ou moins reculé, suivant la nature des éléments osmogènes. Ainsi on finit par constater la présence de l'albumine dans une quantité abondante de phosphate de potasse, de sulfate de soude, de chlorure de sodium, etc., au bout de douze à vingt heures. Si l'endosmomètre renferme 2 grammes de glycérine, pure ou délayée, le passage de l'albumine a lieu au bout de trente ou quarante heures, tandis qu'il s'effectue en six heures avec quelques gouttes de glycérine. Au fur et à mesure que l'on augmente la quantité de glycérine, le passage de l'albumine est retardé au point qu'avec 10 grammes il n'y en a pas encore au bout de dix ou douze jours.

En résumé, nous voyons que tous les éléments du sang sont sou-

mis aux lois osmotiques, et que l'on avait affirmé à tort que l'albumine n'était pas osmotique ; seulement elle passe tardivement, et ce retard augmente avec la quantité de la substance osmogène (1).

## § VI. — *Résumé.*

Les animaux meurent dans les solutions sucrées par suite de l'osmose qui s'établit entre les liquides organiques de l'animal et le sucre. Ils périssent plus promptement dans la glycérine que dans le sucre de canne et le glucose, parce que le pouvoir osmotique de la première de ces subtances est supérieur à celui des deux autres. Cette action s'exerce à travers les membranes perméables et particulièrement à travers celles des organes de la respiration. C'est ainsi que l'on voit les infusoires, où toute l'enveloppe du corps est très-mince et se prête à une osmose rapide, se contracter d'abord (exosmose), puis se gonfler (endosmose) et parfois même se rompre. Chez les animaux supérieurs, où l'osmose s'exerce principalement dans les branchies, on y voit la circulation s'arrêter par l'exosmose des parties liquides du sang. On peut ainsi arrêter instantanément la circulation dans le poumon de la grenouille, dans un espace déterminé, avec une goutte de glycérine ou, au bout de quelques minutes, avec du sirop de sucre. Les animaux meurent donc asphyxiés.

Les éléments du sang qui passent dans la solution sucrée sont d'abord l'eau chargée de sels, puis l'albumine, puis la matière colorante. Ce passage successif s'effectue très-rapidement lorsque la quantité de la substance osmogène est peu considérable ; mais il s'effectue d'autant plus lentement, c'est-à-dire l'albumine apparaît d'autant plus tardivement, que la quantité de la substance osmogène est plus considérable. L'attraction adhésive de la membrane, plus forte pour l'eau que pour l'albumine ou la matière colorante, explique comment le diaphragme s'imbibe plus facilement d'eau que d'albumine ; d'autre part, l'attraction adhésive ou chimique des molécules osmogènes pour les molécules diverses du sang fait comprendre le passage isolé et successif de ces dernières.

---

(1) Ces expériences expliquent les phénomènes observés par M. Mialhe, qui n'avait employé que des quantités notables de sucre comme substance osmogène.

## CHAPITRE QUATRIÈME.

### DE L'INFLUENCE EXERCÉE PAR LES SUBSTANCES A SAVEUR SUCRÉE SUR LE DÉVELOPPEMENT DES ÊTRES ORGANISÉS.

Nous savons, par les expériences précédentes, que la vie des animaux ne peut se continuer dans les solutions sucrées par suite de l'osmose qui s'établit entre ces solutions et le liquide nourricier de l'animal. Il est facile d'en conclure que les êtres incapables de vivre dans telle solution ne peuvent non plus s'y développer. Mais, si le développement entier n'est pas possible, les premiers degrés de développement du moins peuvent-ils s'y effectuer?

Pour répondre à cette question, nous avons fait des expériences sur le développement des infusoires et de l'ovule fécondé des poissons. Ces résultats s'appliquent également au développement d'autres ovules, bien entendu avec les modifications qu'apportent dans la rapidité de l'osmose la perméabilité de l'enveloppe et la densité de l'albumine.

### § I. — *Du développement des infusoires.*

Ces expériences ont été faites pendant les fortes chaleurs de l'été 1858, et par conséquent dans des circonstances très-favorables au développement des infusoires. Il suffisait de placer 1 ou 2 grammes de viande dans un tube avec 20 ou 30 grammes d'eau pour voir, au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures, une quantité innombrable de vibrions, de monades et surtout de colpodés, d'enchelis, etc.

A l'eau pure fut substituée, dans un autre tube, une solution de deux tiers d'eau et un tiers de glycérine ; au bout d'un mois, aucun être organisé, ni animal, ni végétal, ne s'y était développé.

Une infusion de viande avec une partie de glycérine sur cinquante d'eau n'a donné, au bout de trois semaines, que des vibrions de la plus petite espèce, qui disparaissaient parfois, lorsque des cryptogames se développaient à la surface de l'infusion.

Un centième de glycérine permet le développement de vibrions et de monades déjà au bout de quelques jours. Parfois, j'y ai rencontré des infusoires d'une organisation plus parfaite.

Des cryptogames en abondance se développent dans les infusions de chair avec une partie de glucose sur dix d'eau. Dans plusieurs

expériences répétées, il n'y avait pas développement d'infusoires; une seule fois j'ai vu des vibrions dans les premières quarante-huit heures, disparaissant les jours suivants.

Enfin une infusion de tissu musculaire, faite avec une solution de glucose au centième, donne lieu à un développement abondant de moisissure, de vibrions et de monades.

Ces résultats s'accordent avec ce que nous avons dit précédemment de l'influence exercée par les substances sucrées sur les infusoires et particulièrement sur les vibrions et les monades (I, § 2). Nous avons vu, en effet, que les vibrions de la plus petite espèce peuvent vivre encore dans des solutions qui tuent les infusoires d'une organisation plus parfaite. Aussi y voyons-nous des vibrions et des monades se développer, tandis que les infusoires plus parfaits, qui ne peuvent vivre dans ces solutions, ne peuvent non plus s'y développer.

La solution sucrée, qui sert à l'infusion, se concentre par l'effet de l'évaporation : il est donc nécessaire de maintenir le même degré de concentration par addition journalière d'une petite quantité d'eau. Lorsque l'infusion sucrée commence à fermenter, ce phénomène peut détruire les infusoires déjà développés.

On voit souvent, à la surface de ces infusions, se développer des couches épaisses de moisissures, composées le plus souvent de *penicillium glaucum*. Le développement de ces cryptogames n'est pas empêché par l'addition de chlorure de sodium, de chlorate de potasse, de la térébenthine; il a lieu aussi bien dans la solution rendue neutre ou légèrement alcaline par l'ammoniaque.

On sait, d'après les expériences de M. Cl. Bernard, que le foie renferme une quantité variable de glucose. Or, en faisant macérer un petit morceau de foie d'un mammifère pendant quelque temps dans trois ou quatre fois son poids d'eau, on le verra bientôt se couvrir de cryptogames, mais ne pas donner lieu au développement d'infusoires, à part celui de vibrions qui parfois disparaissent au bout de quelques jours.

### § II. — *Du développement de l'œuf fécondé des poissons.*

Les expériences sont faites avec des œufs de saumon, au quatrième jour de la fécondation; la segmentation est arrivée à son dernier terme, il y a formation de cellules désagrégées pour la

constitution du blastoderme. La température (janvier 1860) du laboratoire de M. Coste est de 6 à 8 degrés centigrades; M. Gerbe, auquel j'exprime ici mes remercîments, a bien voulu suivre ces observations et me communiquer la note suivante :

« Comme point de comparaison, une cinquantaine d'œufs fut placée dans l'eau pure; six ou sept étaient déjà piqués; en d'autres termes, des points blancs, signe d'une altération commençante du globe vitellin, se montraient sur ces œufs. Douze heures après, un de ces œufs avait complétement blanchi, les autres se comportaient bien. Les froids étant survenus, l'eau a gelé dans le bocal pendant trois jours, le developpement en a été retardé, mais n'a pas été arrêté, et, dix jours après le commencement de l'expérience, la cicatricule a envahi le tiers du globe vitellin ; dix œufs seulement sont frappés de mort.

« *Sucre,* 200 grammes; eau, 1,000 grammes. Trente-six œufs sont jetés dans cette solution; on voit quelques-uns remonter à la surface pour retomber au bout de quelques secondes. *Douze heures :* les œufs ont une belle apparence; la cicatricule y est intacte, le vitellus transparent. Il est impossible de dire si le développement est arrêté, les sphères organiques, qui se convertissent en cellules pour la formation du blastoderme, n'offrent aucune trace de décomposition. *Quarante-huit heures :* même apparence, seulement la cicatricule a pris une teinte un peu jaunâtre, et quelques œufs paraissent flétris. *Six jours :* les œufs fletris ont repris leur turgescence. Aucun changement ne s'est opéré dans la cicatricule ; elle est toujours parfaitement limitée, plus jaunâtre qu'à l'ordinaire, et son développement est manifestement arrêté. Malgré leur bonne apparence, les œufs sont donc frappés de mort. *Vingt jours :* tous les œufs ont une teinte semi-opaque très-prononcée. La décomposition y est profonde. Des moisissures se sont développées à la surface. Le contenu de l'œuf est dense et concret comme de l'albumine coagulée ; au microscope, on ne découvre pas de trace de cicatricule. L'eau saturée de sel paraît dissoudre la matière devenue opaque, comme elle le fait pour les œufs devenus opaques dans l'eau ordinaire. »

« *Glucose,* 200 grammes ; eau, 1,000 grammes. Les œufs, au nombre de 40, plongés dans cette solution, tombent lentement au fond du vase. *Douze heures :* décomposition profonde. *Deux jours :* disparition des éléments qui composent la cicatricule. Le vitellus se conserve transparent, mais la plupart des œufs sont mous et se laissent déprimer en tous sens. *Vingt jours :* les œufs sont transparents, de couleur d'ambre, le contenu de consistance sirupeuse; les éléments, du reste, à l'exception de l'huile, sont complétement décomposés. »

« *Glycérine*, 200 grammes; eau, 1,000 grammes. 40 œufs; ils tombent tout de suite au fond de la solution. *Douze heures :* la cicatricule est devenue opaque, quoique le vitellus ait conservé sa transparence. *Les jours suivants*, l'altération de la cicatricule se poursuit ; ses parties constituantes se désagrégent. Les gouttelettes huileuses restent seules

visibles, le vitellus devient un peu trouble. Les œufs sont turgescents. *Vingt jours :* les œufs sont plus opaques que ceux conservés dans l'eau sucrée, leur contenu est moins dense et éprouve une légère liquéfaction à l'air. L'eau salée produit l'effet précédemment décrit. Des moisissures se sont également développées à la surface du liquide. »

Les phénomènes de l'osmose sont donc manifestes : à l'exosmose (affaissement) de l'œuf succède l'endosmose (le gonflement); le développement est arrêté. Nous voyons en outre que le glucose a pour l'œuf du saumon un pouvoir osmotique bien supérieur à celui du sucre et presque égal à celui de la glycérine.

## CHAPITRE CINQUIÈME.

### QUELQUES DÉDUCTIONS PHYSIOLOGIQUES ET PATHOLOGIQUES.

Les membranes animales constituent des diaphragmes à travers lesquels s'établit l'osmose, comme dans l'endosmomètre, car les membranes internes sont toujours perméables quelle que soit la classe à laquelle appartienne l'animal. La respiration, qui n'est qu'un échange de gaz à travers la membrane perméable des poumons, est une preuve manifeste de la généralité de ce phénomène.

Nous n'avons cependant pas l'intention de discuter l'application générale de l'osmose aux phénomènes physiologiques ou pathologiques ; celle des substances à saveur sucrée seule nous occupe ici, et les résultats acquis par les expériences précédentes nous permettront d'expliquer quelques faits physiologiques ou pathologiques.

1° Les infusoires, dont les téguments excessivement ténus se prêtent si bien à l'action osmotique, ne peuvent vivre ni se développer dans les fruits imprégnés de sucre : aussi n'en trouve-t-on jamais dans les raisins, les prunes, etc. Mais des insectes, dont la peau est plus épaisse, peuvent se développer et rester à l'état de larves dans les pommes, les prunes, puisque l'épaisseur du diaphragme (le tégument) s'oppose à l'osmose, qui du reste est d'autant plus faible que le fruit est moins riche en sucre. C'est sans doute aussi l'épaisseur des membranes d'enveloppe des cysticerques qui les protége contre l'action osmotique du glucose dans le foie.

2° La vertu conservatrice antiseptique des sucres, connue depuis fort longtemps, s'explique par l'arrêt de développement des êtres organisés (chap. 4).

3° La soif provoquée par l'ingestion des sucres est due à l'exosmose de la sérosité, provoquée par l'action osmotique des sucres sur les tissus avec lesquels ils se trouvent en contact.

4° L'abondance du glucose dans le diabète fait comprendre la soif caractéristique de cette maladie et l'impossibilité d'un épanchement séreux quelconque.

5° On a signalé, dans les derniers temps, la coïncidence fréquente de la gangrène avec le diabète (voy. *l'Union médicale,* 29 septembre 1859). La gangrène est la mortification des parties molles : dans un organe ou un tissu gangrené il n'y a plus ni circulation, ni innervation, ni acte nutritif : la gangrène s'annonce ordinairement par un changement de coloration dans les parties ; la circulation capillaire languit et s'arrête (Grisolle, *Pathologie,* t. II, p. 195 ; 1850). Or cet arrêt de la circulation dans le diabète pourrait-il être attribué à l'existence du glucose répandu autour des capillaires ? Nous avons vu les substances sucrées capables d'arrêter la circulation (chap. 3, § 4). Cependant une réponse affirmative à la question posée ne peut être donnée que sous la réserve d'expériences ultérieures.

6° A l'occasion des zoospermes, nous avons déjà parlé de l'anéantissement de la procréation chez les diabétiques (voy. chap. 1, § 3).

7° Les observations de Bagot (*Recueil d'observations pratiques sur les bons effets du sucre dans le traitement des hydropisies ;* Paris, 1845) ont fait connaître bon nombre d'hydropisies guéries par l'emploi du sucre. Nous pouvons nous l'expliquer par le passage du sucre dans le sang, dont le pouvoir osmotique s'accroît alors considérablement, au point de résorber les sérosités épanchées dans le tissu cellulaire. De petites quantités de sucre, au contraire, produisent une exosmose du suc gastrique et deviennent ainsi un digestif puissant pour beaucoup de personnes (chap. 3, § 5).

8° La glycérine a été employée avec avantage dans le pansement des plaies gangréneuses et de mauvaise nature, dans celui de la pourriture d'hôpital, etc. (Demarquay, *Mémoire sur la glycérine ; Gaz. méd.,* juin 1859). Les faits s'accordent avec l'impossibilité de développement des organismes dans les solutions concentrées de glycérine ou dans la glycérine pure. Les sérosités purulentes et autres sont résorbées par la glycérine. On comprend également l'utilité de l'application de cette substance sur des mem-

branes sèches par l'osmose qui établit une humidité plus abondante.

9° Les études faites sur l'étiologie des tubercules m'ont fait penser depuis longtemps qu'il y a, quant à leur origine, deux espèces de tubercules : les uns accidentels, les autres diathésiques ; les premiers, ne constituant qu'une affection locale ; les autres, symptômes d'une maladie générale. Les expériences entreprises actuellement tendent à produire des tubercules accidentels, locaux, par l'injection de substances osmogènes, et particulièrement des substances sucrées, dans les vésicules pulmonaires.

Les résultats acquis, dont le nombre restreint nous impose encore beaucoup de réserve, nous donnent l'espérance de prouver, par cette voie expérimentale, la production de tubercules uniquement localisée dans le poumon, par exsudation (exosmose) accidentelle de matières plastiques, indépendante de toute cause diathésique. Ces expériences feront le sujet d'une communication ultérieure. Ajoutons seulement qu'elles nous ramènent au point de départ de ses recherches, à la production accidentelle de tubercules dans le diabète, où tous les tissus se trouvent imprégnés de glucose. Or ces travaux ouvrent un nouveau champ à la thérapeutique, en faisant comprendre la guérison spontanée ou artificielle, fréquente, suivant nous, d'affections tuberculeuses des poumons, non diathésiques, mais purement locales.

## RÉSUMÉ.

1° La vie des animaux respirant dans l'eau est incompatible avec la présence d'une quantité plus ou moins considérable d'une substance à saveur sucrée. Les substances expérimentées sont de véritables sucres, tels que le sucre de canne ou de betterave, le glucose, le sucre de lait, ou bien des principes doux non fermentescibles, tels que la glycérine, la mannite. La célérité avec laquelle agissent ces solutions dépend du titre de la solution, de la qualité du sucre et de l'espèce animale (chap. I.)

2° Les expériences ont été faites sur un grand nombre d'espèces de la serie des animaux aquatiques. Ainsi les infusoires meurent instantanément dans des solutions au cinquième de sucre, de glucose, de glycérine ou de mannite ; il vivent quatre au cinq minutes dans une solution concentrée de sucre de lait, ils périssent au bout de six à huit minutes dans une solution de mannite au vingt-cin-

quième, tandis qu'ils vivent trois fois autant dans une solution de sucre de canne au même titre. Les mollusques pulmonés (§ 2, expér. 3), les annélides (4), les crustacés (5), les batraciens (6) et les insectes aquatiques (7), et enfin les poissons (8), ont donné des résultats analogues. Ainsi des poissons, longs de 12 à 15 centimètres, périssaient dans une solution de glycérine au dixième, au bout de quarante minutes, et au bout de quatre à cinq heures seulement dans une solution de sucre au même titre.

3° Des expériences nombreuses m'ont démontré que la mort ne peut être attribuée ni à un empoisonnement (chap. 2, § 1), ni à une action particulière chimique sur le sang (§ 2), ni à la fermentation (§ 3), ni à l'absence de l'air (§ 4), ni à la viscosité (§ 5), mais qu'elle est due uniquement à l'osmose (§ 6) (endosmose et exosmose) exercée par les solutions sucrées.

4° Cette action s'exerce à travers les membranes perméables, et particulièrement à travers celles des organes de la respiration (chap. 3). Les principes doux non fermentescibles possèdent un pouvoir osmotique supérieur à celui des véritables sucres; ce qui explique la célérité de leur action (§ 2). Les infusoires se comportent comme des vésicules; l'osmose s'exerce à travers toute la peau très-ténue; on les voit s'affaisser d'abord (exosmose), puis se gonfler (endosmose) et parfois même éclater (§ 3). Chez les animaux plus développés, où l'épaisseur des téguments limite l'osmose principalement aux branchies, on voit le sang s'épaissir dans les branchies et la circulation s'arrêter par l'exosmose des parties liquides. On obtient le même effet en plongeant un endosmomètre à diaphragme de péricarde et chargé de peu de sang défibriné dans une solution sucrée. On peut aussi arrêter instantanément la circulation dans le poumon de la grenouille, dans un espace limité, avec une goutte de glycérine ou au bout de quelques minutes avec du sirop de sucre. Les expériences faites sur le fœtus de saumon et sur la circulation des plantes ont donné des résultats analogues (§ 4).

5° Des expériences endosmométriques furent faites avec des membranes animales (péricarde), végétales (collodium) ou minérales (porcelaine dégourdie), pour faire connaître la nature des éléments du sang qui passent dans le sucre. Il a été prouvé ainsi qu'il passe d'abord de l'eau chargée des sels du sérum, puis l'albu-

mine, puis la matière colorante. Tous ces éléments passent, dans l'endosmomètre, en peu de temps, du sang dans la substance osmogène sucrée, lorsqu'il y a peu de celle-ci sur le diaphragme. Mais le passage successif des éléments albuminoïdes est retardé d'autant plus que la quantité de la substance osmogène est plus considérable, de sorte que pendant longtemps on ne voit que le passage de l'eau chargée de sels. Le passage successif s'explique par la perméabilité du diaphragme, différente pour les divers éléments du sang; et l'influence exercée par la quantité de la substance osmogène, par l'attraction adhésive des molécules osmogènes, d'autant plus faible qu'il y a moins d'eau (§ 5).

6° Le développement est également arrêté par les solutions sucrées, ainsi que le prouvent les expériences faites avec du tissu musculaire macéré dans des solutions sucrées et celles instituées sur les œufs fécondés de poissons (chap. 4).

7° Plusieurs phénomènes physiologiques ou pathologiques trouvent leur application dans l'osmose exercée par les solutions sucrées (chap. 5); ainsi la soif excitée par l'ingestion des sucres, qui absorbent l'eau des tissus avec lesquels ils se trouvent en contact; la vertu conservatrice antiseptique des sucres, par l'arrêt de développement des êtres organisés; le pouvoir digestif de petites quantités de sucre, qui provoquent l'exosmose du suc gastrique, tandis que de grandes quantités introduites dans le sang augmentent le pouvoir osmotique de ce liquide, ce qui fait comprendre l'emploi de ces substances dans le traitement des hydropisies. L'abondance du glucose dans tous les tissus explique, chez les diabétiques, la soif constante, l'impossibilité d'une accumulation séreuse quelconque et peut-être aussi, par l'arrêt de la circulation, la gangrène observée parfois dans cette maladie. Enfin l'emploi de la glycérine comme topique est fondé sur le grand pouvoir osmotique de cette substance.

8° Je ferai connaître prochainement le résultat d'injections sucrées dans les vésicules pulmonaires sur la production de tubercules locaux accidentels, produits déjà dans quelques-unes de mes expériences, et dont le diagnostic et le traitement diffèrent essentiellement du tubercule diathésique.

---

Paris. — RIGNOUX, Imprimeur de la Faculté de Médecine, rue Monsieur-le-Prince, 31.



